



**Universidad Nacional Autónoma de México  
FACULTAD DE MEDICINA**

**División de Estudios de Posgrado**

**Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de  
los Trabajadores del Estado (ISSSTE)**

**Centro Médico Nacional "20 de Noviembre"**

**TESIS**

Que para obtener el Título de Especialidad en:

**CARDIOLOGÍA**

**"Efecto del entrenamiento por intervalos de alta  
intensidad vs. entrenamiento de intensidad  
moderada continua sobre la Función Sistólica del  
Ventrículo Izquierdo en pacientes con FEVI baja"**

**P R E S E N T A**

**Dr. José Antonio de la Parra  
Calderón**

Profesor Titular:  
**Dr. Enrique Gómez Álvarez**

Asesor:  
**Dr. Jorge Antonio Lara Vargas**

**REGISTRO (RPI): 060.2023**

**Ciudad de México, 09 de agosto 2023.**





Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**“ Efecto del entrenamiento por intervalos de alta intensidad vs. entrenamiento de intensidad moderada continua sobre la Función Sistólica del Ventrículo Izquierdo en pacientes con FEVI baja”**

RPI: 060.2023

**AUTORIZACIONES:**



**DR. DENISSE AÑORVE BAILON**  
Subdirectora de Enseñanza e Investigación  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE



**DR. JOSÉ LUIS ACEVES CHIMAL**  
Encargado de la Coordinación de  
Enseñanza e Investigación  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE



**DR. ENRIQUE GÓMEZ ÁLVAREZ**  
Profesor titular de cardiología



**DR. JORGE ANTONIO LARA VARGAS**  
Asesor de tesis



**DR. JOSÉ ANTONIO DE LA PARRA CALDERÓN**  
Médico residente de Cardiología  
Centro Médico Nacional “20 de Noviembre” ISSSTE

**“Efecto del entrenamiento por intervalos de alta intensidad vs. entrenamiento de intensidad moderada continua sobre la Función Sistólica del Ventriculo Izquierdo en pacientes con FEVI baja”.**

**Índice:**

<b>I.</b>	<b>Resumen.....</b>	<b>4</b>
<b>II.</b>	<b>Abreviaturas.....</b>	<b>5</b>
<b>III.</b>	<b>Introducción.....</b>	<b>6</b>
<b>IV.</b>	<b>Antecedentes.....</b>	<b>7</b>
<b>V.</b>	<b>Planteamiento del Problema.....</b>	<b>9</b>
<b>VI.</b>	<b>Justificación.....</b>	<b>10</b>
<b>VII.</b>	<b>Hipótesis.....</b>	<b>10</b>
<b>VIII.</b>	<b>Objetivos.....</b>	<b>10</b>
<b>IX.</b>	<b>Metodología de la Investigación.....</b>	<b>11</b>
<b>X.</b>	<b>Material y Métodos.....</b>	<b>14</b>
<b>XI.</b>	<b>Aspectos Éticos.....</b>	<b>15</b>
<b>XII.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>16</b>
<b>XIII.</b>	<b>Discusión.....</b>	<b>19</b>
<b>XIV.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>20</b>
<b>XV.</b>	<b>Perspectivas.....</b>	<b>21</b>
<b>XVI.</b>	<b>Referencias.....</b>	<b>21</b>

## **“Efecto del entrenamiento por intervalos de alta intensidad vs. entrenamiento de intensidad moderada continua sobre la Función Sistólica del Ventrículo Izquierdo en pacientes con FEVI baja”**

### **I. Resumen**

**Introducción:** La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico compuesto por signos y síntomas causados por alteraciones estructurales y/o funcionales, acompañado de la elevación del BNP en conjunto con imágenes y parámetros hemodinámicos de congestión cardiogénica/pulmonar (1). La rehabilitación cardíaca es una intervención estructurada y multidisciplinaria que ha mostrado mejoría funcional en diversas patologías cardíaca aumentando la tolerancia al ejercicio. El entrenamiento por intervalos de alta intensidad y por intensidad moderada continua son estrategias de intervención que se aplican de acuerdo con el criterio del cardiólogo experto en rehabilitación cardíaca, pero no se han evaluado las diferencias en sus efectos sobre la función sistólica del ventrículo izquierdo. (2,3)

**Objetivo:** Determinar las diferencias del efecto del entrenamiento por intervalos de alta intensidad vs. entrenamiento de intensidad moderada continua sobre la Función Sistólica del Ventrículo Izquierdo en pacientes con FEVI baja

**Metodología:** se realizó un estudio longitudinal, retrospectivo, observacional, y analítico de tipo cohorte histórica donde se incluyeron pacientes integrados en la fase II del programa de rehabilitación cardíaca del CMN 20 de noviembre con FEVI < 50%, sometidos al entrenamiento seriado por intervalos de alta intensidad y entrenamiento de intensidad moderada continua. Todos los pacientes incluidos en el estudio contaron con prueba de esfuerzo cardiopulmonar y ecocardiograma transtorácico realizados previo al ingreso del programa y al concluir el mismo. Se analizó mediante estadística descriptiva las características basales de la población; se compararon los resultados entre ambos grupos mediante prueba de u de Mann-Whitney y se realizó análisis de correlación entre el volumen de entrenamiento y las variables estudiadas (FEVI, SLG, VO<sub>2</sub>/FC, VO<sub>2</sub>max, VT<sub>1</sub>, VAT, VT<sub>2</sub>, VE/CO<sub>2</sub>).

**Resultados:** Se incluyeron 81 pacientes, 61 hombres y 20 mujeres de entre 23 y 86 años con una media de 58 años. Divididos en 2 grupos, 16 sometidos a terapia de rehabilitación HIIT y 65 a MCT. Se encontró diferencia estadísticamente significativa en

todos los grupos ( $p < 0.001$ ), sin importar la modalidad de entrenamiento, demostrando una mejoría significativa de  $VO_{2\text{máx}}$ ,  $VO_{2}/FC$ , así como umbrales ventilatorios encontrando además diferencia estadísticamente significativa en parámetros de evaluación de la función sistólica medidos por ecocardiograma transtorácico (FEVI y SGL). Al comparar entre grupos entrenados por HIIT y MCT en las distintas variables no existe diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes entrenados por HIIT o MCT en FEVI ( $p > 0.05$ ), SGL ( $p > 0.05$ ),  $VO_{2}/FC$  ( $p > 0.05$ ),  $VE/VCO_{2}$  ( $p > 0.05$ ), sin embargo, existe desplazamiento de los umbrales ventilatorios a favor de la rehabilitación con HIIT:  $VT_{1}$  ( $p < 0.05$ )  $VAT$  ( $p < 0.01$ ),  $VT_{2}$  ( $p < 0.01$ ) y  $VO_{2\text{máx}}$ . En el análisis de correlación de las ganancias diferenciales de acuerdo con el volumen de entrenamiento medido en METS/Semana con todas las variables recolectadas, demostrando correlación positiva con el Strain Longitudinal Global ( $p = 0.0081$ ,  $r = 0.292$ , IC 0.078 – 0.479).

**Conclusiones:** Nuestro estudio muestra que no existe diferencia estadísticamente significativa sobre las variables de FEVI, SLG y  $VO_{2}/FC$  al realizar entrenamiento por modalidad HIIT vs. MCT, sin embargo, existe una correlación positiva a favor de mayores ganancias en SLG a mayor volumen de entrenamiento.

**Palabras clave:** Rehabilitación Cardíaca, Intervalos de alta intensidad, Entrenamiento de intensidad moderada continua, insuficiencia cardíaca, función sistólica.

## II. Abreviaturas:

HIIT: Entrenamiento por intervalos de alta intensidad

MCT: Entrenamiento moderado continuo

RHC: Rehabilitación Cardíaca

FEVI: Fracción de expulsión del Ventrículo Izquierdo

BNP: Péptido Natriurético tipo B

FCR: Frecuencia cardíaca de Reserva

SGL: Strain Global Longitudinal

$VO_{2}/FC$ : Pulso de Oxígeno

$VE/VCO_{2}$ : Eficiencia ventilatoria

IC: Insuficiencia Cardíaca

$VO_{2\text{máx}}$ : Consumo máximo de oxígeno

NYHA: New York Heart Association

### **III. Introducción**

La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico compuesto por signos y síntomas causados por alteraciones estructurales y/o funcionales, acompañado de la elevación del BNP en conjunto con imágenes y parámetros hemodinámicos de congestión cardiogénica/pulmonar. (1)

Diversos estudios han demostrado de forma contundente el efecto benéfico de la rehabilitación cardíaca sobre la calidad de vida, tolerancia al ejercicio, disminución en ingresos hospitalarios y mortalidad en pacientes con patología cardiovascular, probablemente por un efecto positivo sobre la remodelación y función ventricular. (2)

La rehabilitación cardíaca es una intervención estructurada y multidisciplinaria que ha demostrado en la actualidad la mejoría en diversos ámbitos de diversas patologías. El entrenamiento físico aeróbico bajo la modalidad de intensidad moderada continua (MCT) ha demostrado ser tolerado, seguro y eficiente con reversión del remodelado ventricular y mejoría en el consumo de oxígeno en pacientes clínicamente estables. Por su parte, el entrenamiento por intervalos de alta intensidad (HIIT) ha mostrado resultados similares, pero con diferente tolerancia probablemente debido a la intensidad del entrenamiento por lo que generalmente se aplica de acuerdo con el criterio del cardiólogo experto en rehabilitación cardíaca en pacientes con pobre respuesta al entrenamiento. (3)

Existe controversia sobre los efectos de la intensidad del entrenamiento sobre la mejoría de las variables de función ventricular izquierda en pacientes con insuficiencia cardíaca, dejando al criterio del cardiólogo experto en rehabilitación cardíaca la decisión de ingresar al paciente a MCT y HIIT, aplicándolo generalmente en forma secuenciada de acuerdo con la tolerancia de cada paciente. (4)

Proponemos la presente investigación para conocer las diferencias entre los 2 métodos de entrenamiento (MCT vs HIIT) para identificar las fortalezas y debilidades de estos y posiblemente determinar los criterios de selección apropiados para cada tipo de entrenamiento.

#### **IV. Antecedentes**

La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico compuesto por signos y síntomas causados por alteraciones estructurales y/o funcionales y que es corroborado por la elevación del BNP aunado a evidencia de congestión (cardiogénica/pulmonar) demostrado por imagen o parámetros hemodinámicos. Es un síndrome heterogéneo por lo que resulta complicado definir de manera ideal las características necesarias para establecer un programa de entrenamiento basado en ejercicio. (1, 2)

El entrenamiento aeróbico bajo la modalidad de intensidad moderada continua (MCT) ha demostrado ser seguro y eficiente, así como bien tolerado, incluso demostrando reversión del remodelado ventricular en pacientes clínicamente estables, así como la mejoría en el consumo máximo de oxígeno (VO<sub>2</sub>máx). (2)

El entrenamiento por intervalos de alta intensidad (HIIT) ha demostrado en algunos estudios ser superior que el entrenamiento moderado continuo en la población general, además de ser seguro, sin presentar diferencias significativas en el abandono, muerte o eventos cardiovasculares adversos en comparación con MCT. (2)

Las metas del tratamiento en el paciente con insuficiencia cardíaca particularmente son lograr la mejoría de su capacidad funcional, así como mejorar la calidad de vida, con reducción de la mortalidad. La rehabilitación cardíaca es una de las opciones terapéuticas que han logrado mejorar todo lo anterior en este grupo tan heterogéneo de pacientes. (3)

Actualmente la evidencia es contundente a favor de la rehabilitación cardíaca en diversos escenarios como una de las estrategias terapéuticas. En la insuficiencia cardíaca no es la excepción, logrando un nivel de recomendación 1-A como tratamiento concomitante para este grupo de pacientes. Desafortunadamente lo anterior solo se logra en 14-43% de los pacientes a nivel mundial, y a su vez, con un alto índice de abandono. (1, 4)

La rehabilitación cardíaca es una intervención estructurada y multidisciplinaria que ha demostrado en la actualidad la mejoría en diversos ámbitos de diversas patologías. Debe estar compuesta por educación de la enfermedad, ejercicio, asesoramiento nutricional, manejo de factores de riesgo, así como del estrés, con objetivo de lograrlo a largo plazo. (1)

Adicionalmente el efecto sobre la mejoría de la función endotelial vascular, la activación

del sistema neurohormonal, el incremento del consumo de oxígeno mitocondrial en los músculos periféricos, y el incremento en la respuesta cronotrópica, forman parte de los beneficios observados. (5)

Considerando las características basales de los pacientes, está bien demostrado que se puede lograr incrementar efectivamente la capacidad de esfuerzo y la calidad de vida, así como disminuir la progresión asociada a hospitalizaciones recurrentes, disminución de la mortalidad y reducción de costos asociados a la atención médica. (6)

Múltiples beneficios se han demostrado de la rehabilitación cardíaca, particularmente el potencial de mejorar el gasto cardíaco reducido y la vasoconstricción en estos pacientes. También se ha demostrado la disminución de liberación de citocinas y la activación de sistemas neurohumorales que mejoran la utilización de oxígeno mitocondrial, incrementando la masa muscular, mejorando la eficacia respiratoria y eliminando los efectos del remodelado miocárdico. (3)

Diversos estudios han demostrado de forma contundente el efecto benéfico de la rehabilitación cardíaca sobre la calidad de vida, mortalidad, disminución en ingresos hospitalarios en pacientes con patología cardiovascular. (1)

- ExTraMATCH: mortalidad del grupo tratado con RHC se redujo en 35% en comparación con el grupo control durante un seguimiento de 2 años (HR 0.96; p=0.70). (7)

- HF-ACTION: Mortalidad y readmisión disminuyeron 11% en comparación con el grupo control, con un incremento en la VO<sub>2</sub>pico del 4%. (8)

- ExTraMATCH II: metaanálisis de estudios aleatorizados, incluyendo 18 estudios que involucraron 3912 pacientes, donde se demostró que el entrenamiento no tiene efecto significativo en la mortalidad u hospitalizaciones en pacientes con insuficiencia cardíaca. (9)

- REHAB-HF: estudio en ejecución que propone evaluar la eficacia de la RHC en pacientes mayores con Insuficiencia Cardíaca.

La mayoría de los estudios incluyeron pacientes con insuficiencia cardíaca de FEVI <50%, en clase funcional II-III de la NYHA (10, 11)

Sin embargo, existe evidencia controversial sobre los efectos directos en la evaluación de la función del ventrículo izquierdo, ya que algunos estudios han demostrado resultados contrastantes. (1, 12)

Algunos investigadores han demostrado ganancias mayores del VO<sub>2</sub>máx en los pacientes entrenados con HIIT vs. MCT, mejorando la calidad de vida, sin embargo, con resultados inconsistentes. Se ha propuesto que el entrenamiento HIIT mejora en mayor medida, la capacidad al esfuerzo en la población general. Estos estudios han demostrado mejorar la tolerancia al ejercicio, pero falta demostración científica sobre los efectos significativos en la función ventricular global entre el HIIT y el MCT. (6)

El entrenamiento lleva a mejoría en el estado hemodinámico central, vascular periférico, endotelial y mejora la función musculoesquelética, con atenuación de la activación neurohumoral simpática, llevando a disminución de los niveles de NT-Pro-BNP, así como incrementando el tono vagal. (1, 3, 4)

En ensayos clínicos, la FEVI y el remodelado reverso no han sido evaluados como desenlaces primarios, y cuando se han reportado, usualmente estos han sido modestos o no han alcanzado significancia estadística a pesar de la tendencia favorable del ejercicio (1)

La rehabilitación cardíaca ha demostrado múltiples beneficios a la salud de los pacientes con patología cardiovascular. La mejoría en la función sistólica no ha dado resultados concretos a partir de la evaluación por medio de FEVI; considerando los nuevos avances en la evaluación de la función sistólica, el medir esta a partir del Strain, resulta prometedor, al ser un parámetro más objetivo sobre la función de la fibra miocárdica. (1, 13, 14).

## **V. Planteamiento del problema**

La insuficiencia cardíaca es un síndrome clínico compuesto por signos y síntomas causados por alteraciones estructurales y/o funcionales, acompañado de la elevación del BNP en conjunto con imágenes y parámetros hemodinámicos de congestión cardiogénica/pulmonar. La rehabilitación cardíaca es una intervención estructurada y multidisciplinaria que ha mostrado mejoría funcional en diversas patologías cardíaca aumentando la tolerancia al ejercicio. (1-4)

El entrenamiento por intervalos de alta intensidad y por intensidad moderada continua son procedimientos seriados que se aplican de acuerdo con el criterio del cardiólogo experto en rehabilitación cardíaca pero no se han evaluado las diferencias en sus efectos sobre la FEVI. Basado en esto se plantea la siguiente pregunta de investigación:

¿Cuál es el efecto del entrenamiento por intervalos de alta intensidad vs. entrenamiento de intensidad moderada continua sobre la Función Sistólica del Ventrículo Izquierdo en pacientes con FEVI baja?

## **VI. Justificación**

La rehabilitación cardíaca es una intervención estructurada y multidisciplinaria que ha demostrado en la actualidad la mejoría en diversos ámbitos de diversas patologías. El entrenamiento físico aeróbico bajo la modalidad de intensidad moderada continua (MCT) ha demostrado ser tolerado, seguro y eficiente con reversión del remodelado ventricular y mejoría en el consumo de oxígeno en pacientes clínicamente estables. Por su parte, el entrenamiento por intervalos de alta intensidad (HIIT) ha mostrado resultados similares, pero con diferente tolerancia probablemente debido a la intensidad del entrenamiento por lo que generalmente se aplica de acuerdo con el criterio del cardiólogo experto en rehabilitación cardíaca en pacientes con pobre respuesta al entrenamiento. (3)

Existe controversia sobre los efectos de la intensidad del entrenamiento sobre la mejoría de las variables de función ventricular izquierda en pacientes con insuficiencia cardíaca, dejando al criterio del cardiólogo experto en rehabilitación cardíaca la decisión de ingresar al paciente a MCT y HIIT, aplicándolo generalmente en forma secuenciada de acuerdo con la tolerancia de cada paciente. (4)

Proponemos la presente investigación para conocer las diferencias entre los 2 métodos de entrenamiento (MCT vs HIIT) para identificar las fortalezas y debilidades de estos y posiblemente determinar los criterios de selección apropiados para cada tipo de entrenamiento.

## **VII. Hipótesis**

H1: El efecto del entrenamiento por intervalos de alta intensidad mejora la función sistólica del VI en comparación con el entrenamiento de intensidad moderada continua en pacientes con FEVI baja.

## **VIII. Objetivos**

### **a. Objetivo general.**

- Determinar las diferencias del efecto del entrenamiento por intervalos de alta

intensidad vs. entrenamiento de intensidad moderada continua sobre la Función Sistólica del Ventrículo Izquierdo en pacientes con FEVI baja.

#### **b. Objetivos específicos**

- Evaluar el efecto de la rehabilitación cardíaca con modalidad de entrenamiento moderado continuo sobre la función sistólica del ventrículo izquierdo en pacientes con FEVI baja.
- Evaluar el efecto de la rehabilitación cardíaca con modalidad de entrenamiento por intervalos de alta intensidad sobre la función sistólica del ventrículo izquierdo en pacientes con FEVI baja.
- Comparar el efecto de la rehabilitación cardíaca de ambas modalidades de intervención (MCT y HIIT) en la función sistólica del ventrículo izquierdo en pacientes con FEVI baja.
- Evaluar el efecto de la rehabilitación cardíaca con modalidad de entrenamiento moderado continuo sobre el VO<sub>2</sub>/FC en pacientes con FEVI baja.
- Evaluar el efecto de la rehabilitación cardíaca con modalidad de entrenamiento por intervalos de alta intensidad sobre el VO<sub>2</sub>/FC en pacientes con FEVI baja.
- Comparar el efecto de la rehabilitación cardíaca de ambas modalidades de intervención (MCT y HIIT) en el VO<sub>2</sub>/FC en pacientes con FEVI baja.

#### **c. Objetivos Secundarios:**

- Comparar el efecto del volumen de entrenamiento sobre la función sistólica del VI en pacientes con FEVI baja.

### **IX. Metodología de la investigación**

**Diseño y tipo de estudio:** Estudio longitudinal, retrospectivo, observacional y analítico, de tipo Cohorte histórica.

**Población de estudio:** Pacientes con FEVI <50% integrados en la fase II del programa de rehabilitación cardíaca del CMN 20 de noviembre.

**Definición del grupo control:** Pacientes con Insuficiencia Cardíaca de FEVI <50% integrados en la Fase II del Programa de Rehabilitación Cardíaca con MCT.

**Definición del grupo a intervenir:** El presente estudio no involucró ninguna

intervención por parte de los investigadores.

**Criterios de inclusión:**

- Pacientes >18años
- Hombres y Mujeres
- Pacientes con diagnóstico de insuficiencia cardíaca con FEVI <50%
- Pacientes integrados a la fase II del programa de RHC
- Pacientes que firmen consentimiento informado de la fase II del programa de RHC

**Criterios de exclusión:**

- Pacientes con patología pulmonar
- Pacientes con trastorno neurológico
- Pacientes con trastornos en la marcha

**Criterios de eliminación.**

- Pacientes que no cuenten con Ecocardiograma posterior al término de la fase II de RHC.
- Pacientes con mala ventana Ecocardiográfica
- Pacientes que no concluyan la fase II del programa de RHC
- Pacientes que fallezcan antes de completar las mediciones del protocolo de estudio

**Tamaño de la muestra:**

Asumiendo resultados esperados de acuerdo con lo reportado por donde se observó mejoría en la tolerancia al esfuerzo físico con MCT del 14% y con HIIT del 43%, utilizando una fórmula para diferencia de proporciones para un poder del 0.80 y un error tipo I del 0.05 se requiere una población total de 90 pacientes divididos en 2 grupos: MCT n = 45 y HIIT n = 45.

$$n = \frac{P_1 (1-P_1) + P_2 (1-P_2)}{(P_2-P_1)^2} \int \alpha\beta$$

Dónde:  $p1 = 14\%$ ;  $p2 = 43\%$ ;  $f\alpha\beta = 10$

**Definición de variables:** las variables consideradas en el estudio se explican en la tabla 1.

**Tabla 1. Características y definición de las variables de estudio.**

NOMBRE DE LA VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	TIPO DE VARIABLE	UNIDAD DE MEDIDA	DE	DEPENDIENTE/ INDEPENDIENTE
<b>EDAD</b>	Tiempo transcurrido desde el nacimiento.	Años de vida cumplidos hasta el momento del estudio	Cuantitativa discreta	Años		Dependiente
<b>SEXO</b>	Característica genotípica y fenotípica que identifica al género humano	Género gramatical propio del hombre y de la mujer	Cualitativa nominal dicotómica	Masculino o femenino		Dependiente
<b>NYHA</b>	Escala que evalúa la gravedad de la disnea	Tolerancia al esfuerzo realizada por el paciente durante actividades de la vida diaria al momento del estudio	Ordinal	I, II, III, IV		Dependiente
<b>FEVI</b>	Fracción de expulsión del ventrículo izquierdo	Porcentaje de volumen expulsado durante la sístole	Cuantitativa discreta	Porcentaje		Dependiente
<b>VO2MÁX</b>	Consumo Máximo de oxígeno	Capacidad máxima del musculo para transformar O <sub>2</sub> en energía.	Cuantitativa continua	mL de O <sub>2</sub> /kg/min		Dependiente
<b>COMORBILIDADES</b>	Condición de enfermedad adicional o coexistentes con referencia a la enfermedad causa de la atención médica	Trastornos o enfermedades que ocurren en la misma persona	Cualitativa nominal	Diabetes Mellitus Hipertensión Dislipidemia Insuficiencia renal		Dependiente
<b>TRATAMIENTO MÉDICO</b>	Fármacos prescritos por personal médico para tratar las patologías referentes al paciente	Tratamiento farmacológico que le paciente recibe al momento del estudio	Cualitativa Nominal	Beta bloqueadores ARNI IECA ARA iSGLT2 ARM Otros		Dependiente
<b>FACTORES DE RIESGO CARDIOVASCULAR</b>	Característica adquirida o heredada que predispone al desarrollo de una enfermedad	Elemento o circunstancia determinada, propia del paciente que incrementa la probabilidad de padecer enfermedad cardiovascular.	Cualitativa nominal	Tabaquismo Alcoholismo Sedentarismo Nefropatía		Dependiente
<b>ESCALA DE BORG</b>	Escala numérica de la percepción del esfuerzo durante una actividad determinada	Escala que gradúa el esfuerzo del sujeto de estudio con respecto a la percepción de este durante el entrenamiento aeróbico	Ordinal	0-20		Dependiente

<b>HIIT</b>	Entrenamiento por intervalos de Alta intensidad alternados con intervalos de baja intensidad	Intervalo de entrenamiento aeróbico en el que el paciente alcanza el 85% de la frecuencia cardíaca máxima con percepción del esfuerzo en escala de Borg >15pts sostenida durante 2 a 3 minutos	Cualitativa nominal dicotómica	Si No	independiente
<b>MCT</b>	Entrenamiento de intensidad moderada continua	Entrenamiento aeróbico en el que el paciente mantiene el 70-85% de la frecuencia cardíaca máxima durante 25 minutos.	Cualitativa nominal dicotómica	Si No	independiente
<b>SLG</b>	Deformación en el sentido base-ápex de la cavidad ventricular izquierda.	Cambio fraccional en longitud de un segmento del miocardio estudiado	Cuantitativa, continua	Porcentaje	Dependiente
<b>VO2/FC</b>	Producto del volumen latido y diferencia arteriovenosa de oxígeno	Medida evaluada en la curva 2 de Wasserman en la ergoespirometría como subrogado del volumen latido	Cuantitativa, continua	ml/latido	Dependiente
<b>VE/CO2</b>	Necesidad ventilatoria de eliminar una cierta cantidad de CO2 producida por los tejidos activos, siendo influenciada por la presión parcial de dióxido de carbono (PaCO2)	Medida evaluada en la curva 4 de Wasserman en la ergoespirometría que refleja el número de ventilaciones necesarias para eliminar 1lt. de CO2	Cuantitativa, continua	Respiraciones por minuto/Producción de CO2	Dependiente

## X. Material y Métodos

El presente protocolo de investigación fue sometido a evaluación por los comités de Investigación, Ética y Bioseguridad de la institución, obteniendo el registro (RPI) 060.2023.

Se incluyeron pacientes que hayan cursado la fase II del programa de rehabilitación cardíaca, de acuerdo con los lineamientos establecidos en el Centro Médico Nacional 20 de noviembre, que consta de 12 a 18 sesiones de entrenamiento supervisado, decidiendo la duración total por conveniencia del estado clínico del paciente, así como por decisión del equipo rehabilitador. La estrategia de rehabilitación ya sea MCT o HIIT, fue decidida de acuerdo con el criterio del cardiólogo experto en rehabilitación cardíaca en función de la tolerancia del paciente para realizar esfuerzo físico.

Los pacientes sometidos a entrenamiento MCT realizaron de 12 a 18 sesiones de entrenamiento aeróbico manteniéndose en el 70% de la frecuencia diana calculada de

acuerdo con la fórmula de Karvonen, manteniéndose en Borg 10-12.

Los pacientes sometidos a entrenamiento HITT realizaron de 12 a 18 sesiones de entrenamiento aeróbico sobre base de entrenamiento MCT, alternando con 2 a 3 pulsos de ejercicio de alta intensidad manteniendo el 85% de la FC diana calculada de acuerdo con fórmula de Karvonen, manteniéndose en Borg 15 durante 2 -3 minutos.

Los pacientes incluidos fueron valorados mediante ecocardiograma transtorácico por parte del laboratorio de ecocardiografía, considerando la FEVI y el SLG en los primeros 3 meses tras completar la fase II del programa.

Del expediente clínico se registraron las siguientes variables: edad, sexo, Clase Funcional por escala de NYHA, FEVI, VO2 Max, comorbilidades, tratamiento médico, factores de riesgo cardiovascular, percepción del esfuerzo por escala de Borg, entrenamiento por HIIT o MCT, SLG, VO2/FC, VE/VCO2, VT1, VAT, VT2.

El análisis descriptivo estadístico se realizó empleando medidas de resumen (promedio, mediana) y de dispersión (desviación estándar y rangos) de acuerdo con la prueba de normalidad Shapiro-Wilk para las variables cuantitativas. Para las variables cualitativas se utilizarán números absolutos y porcentajes.

Se realizó análisis mediante prueba de U de Mann Whitney para comparación de grupos para variables paramétricas. Considerando significancia estadística con un valor de  $p < 0.05$ .

Se realizó análisis de correlación mediante prueba de Rho de Spearman para la evaluación del volumen de entrenamiento expresado en Kcal/semana vs. las variables estudiadas.

## **XI. Aspectos éticos**

Este protocolo respetara los principios científicos, éticos y regulatorios nacionales e internacionales. De las disposiciones nacionales se incluyen la Ley General de Salud en México a través del Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Investigación para la Salud (Título quinto) El artículo 100 que establece los lineamientos de la investigación en seres humanos, su título 6to que corresponde a la ejecución de la investigación en instituciones de atención a la salud.<sup>20</sup> De las disposiciones internacionales se incluyen por la 18ª Asamblea Médica Mundial Helsinki, Finlandia en junio de 1964 y enmendadas por la 29ª Asamblea Médica Mundial en Tokio, Japón en octubre 1975; 35ª Asamblea Médica Mundial, Venecia, Italia en octubre de 1983; 41ª

Asamblea Médica Mundial de Hong Kong en septiembre de 1989; 48ª Asamblea General Somerset West, Sudáfrica en octubre de 1996 y la 52ª Asamblea General de Edimburgo, Escocia en octubre de 2000. Nota de clarificación del párrafo 29, agregada por la asamblea general de la AMM Washington 2002, nota de clarificación del párrafo 30, agregada por la asamblea general de la AMM, Tokio 2004 y Código de Núremberg (1947).

En el presente estudio no se existió uso de agentes infectocontagiosos ni de muestras biológicas infecciosas.

Dado que se trata de un estudio retrospectivo no existieron intervenciones que pusieran en riesgo la salud de los pacientes. Máxime a esta condición, los programas de rehabilitación cardíaca (y nuestro centro hospitalario no es la excepción) cumple con los estándares de seguridad nacionales e internacionales al contar con los siguientes requisitos de bioseguridad establecidos:

- Evaluación previa al programa
- Estratificación de riesgo cardiovascular
- Prescripción adecuada y precisa del entrenamiento físico
- Monitorización de todas las sesiones de ejercicio.
- Prevención en atención al riesgo a través de protocolos de reanimación y respuesta a emergencias médicas
- Capacitación del personal en cursos de RCP avanzada

Así mismo, el presente estudio fue evaluado y aceptado por el comité interno de bioética al considerar que cumple con adecuado apego a los principios científicos nacionales e internacionales.

## **XII. Resultados.**

Población de 81 pacientes, 61 hombres y 20 mujeres de entre 23 y 86 años con una media de 58 años. Divididos en 2 grupos, 16 sometidos a terapia de rehabilitación HIIT y 65 a MCT. Se realizó prueba de esfuerzo previa a entrenamiento y posterior a la completar la fase II, recabando umbrales ventilatorios, pulso de oxígeno, VO<sub>2</sub>máx y eficiencia ventilatoria, así como ecocardiograma previo a entrenamiento y posterior a dicha intervención para evaluar parámetros de la función sistólica del VI (FEVI y SGL).  
*Ver Tabla 2.*

**Tabla 2: Características basales de la Población**

CARACTERÍSTICA	MCT		HIIT	
	n=65		n=16	
	Edad (Años)	59 ± 12	51 ± 15	
	Hombres	48 73.85%	13 81.25%	
	Mujeres	17 26.15%	3 18.75%	
<b>ETIOLOGIA</b>	Cardiopatía congénita	5 7.69%	2 12.5%	
	Cardiopatía isquémica	50 76.92%	12 75%	
	Enfermedad Valvular	10 15.38%	2 12.5%	
<b>COMORBILIDADES</b>	Diabetes Tipo 2	27 41.54%	6 37.5%	
	Hipertensión Arterial Sistémica	49 75.38%	11 68.75%	
	Dislipidemia	46 70.77%	12 75%	
	Enfermedad Renal Crónica	14 21.54%	2 12.5%	
<b>TRATAMIENTO</b>	Betabloqueadores	58 89.23%	14 87.5%	
	iSGLT2	38 58.46%	6 37.5%	
	ARNI	39 60%	6 37.5%	
	ARA	11 16.92%	4 25%	
	IECA	15 23.08%	6 37.5%	
	ARM	46 70.77%	4 25%	
	Diurético de Asa	9 13.85%	1 6.25%	
	Ivabradina	1 1.54%	2 12.5%	
	Digoxina	2 3.08%	0 0%	
<b>CLASE FUNCIONAL</b>	NYHA I	1 1.54%	0 0%	
<b>PREENTRENAMIENTO</b>	NYHA II	63 96.92%	16 100%	
	NYHA III-IV	1 1.54%	0 0%	
<b>PARAMETROS</b>	FEVI (%)	33.9 (13-49) ± 9.7	34.9 (10-47) ± 9.7	
<b>PREENTRENAMIENTO</b>	SLG	-11.1 (-19.9 - ± 4.22 -4)	- 9.6 (-19 -- ± 7.6 4.1)	
	VO2máx	4.98 ± 1.7	6.68 ± 2.9	
	VO2/FC	10.24 ± 3.8	13.2 ± 7	
	VE/VCO2	39.7 ± 9	36.4 ± 4.3	
	VT1	2.3 ± 1.3	3.45 ± 1.3	
	VAT	3.2 ± 1.75	4.9 ± 1.4	
	VT2	2.8 ± 2.3	5.5 ± 3	

MCT: Entrenamiento Moderado continuo. HIIT: Entrenamiento por Intervalos de Alta Intensidad. iSGLT2: inhibidores del cotransportador de sodio y glucosa tipo 2. ARNI: Inhibidores del receptor de angiotensina/nepililina. ARA: Antagonistas del receptor de Angiotensina. IECA: Inhibidor de la Enzima Convertidora de Angiotensina. ARM: Antagonista del receptor de mineralocorticoides. NYHA: New York Heart Association. FEVI: Fracción de Expulsión del Ventrículo Izquierdo. SLG: Strain Longitudinal Global. VO2máx: Consumo de oxígeno máximo. VO2/FC: Pulso de Oxígeno. VE/VCO2: Pendiente de eficiencia ventilatoria. VT1: Umbral Ventilatorio Aeróbico. VAT: Fase de transición aeróbica-anaeróbica. VT2: Umbral Ventilatorio Anaeróbico

Se realizó prueba de normalidad con Shapiro-Wilk demostrando distribución no paramétrica de todos los datos recabados. Se procedió a comparar los grupos previos a entrenamiento y posterior encontrando diferencia estadísticamente significativa en todos los grupos ( $p < 0.001$ , u de Mann-Whitney medidas pareadas), exceptuando en la curva de eficiencia ventilatoria (VE/VCO<sub>2</sub>). Nuestros resultados coinciden con la bibliografía demostrando una mejoría significativa de VO<sub>2</sub>máx, VO<sub>2</sub>/FC, así como umbrales ventilatorios posterior al plan de rehabilitación cardiovascular, encontrando además diferencia estadísticamente significativa en parámetros de evaluación de la función sistólica medidos por ecocardiograma transtorácico (FEVI y SGL). Ver tabla 3

**Tabla 3: Evaluación comparativa posterior a RHC**

VARIABLE	PRE (MEDIA)	POST (MEDIA)	INTERVALO DE CONFIANZA (95%)	VALOR P*
FEVI	34.1%	39.3	3.4 – 6.9	<0.0001
SGL	-10.8%	-12.99	- 3.28 – - 1.09	0.0002
VO <sub>2</sub> MÁX	5.31	6.2	0.51– 1.24	<0.0001
VO <sub>2</sub> /FC	10.82	12.31	0.82 – 2.15	<0.0001
VE/VCO <sub>2</sub>	39.07	40.2		0.343
VT1	2.52	3.23	0.41 – 1.01	<0.0001
VAT	3.5	4.6	0.68 – 1.45	<0.0001
VT2	3.27	5.32	1.34 – 2.64	<0.0001

RHC: Rehabilitación cardíaca. FEVI: Fracción de Expulsión del Ventrículo Izquierdo. SGL: Strain Longitudinal Global. VO<sub>2</sub>máx: Consumo de oxígeno máximo. VO<sub>2</sub>/FC: Pulso de Oxígeno. VE/VCO<sub>2</sub>: Pendiente de eficiencia ventilatoria. VT1: Umbral Ventilatorio Aeróbico. VAT: Fase de transición aeróbica-anaeróbica. VT2: Umbral Ventilatorio Anaeróbico \*Valor p estadísticamente significativo <0.05 por u de Mann Whitney

Posteriormente se compararon los resultados entre los pacientes entrenados por HIIT y MCT en las distintas variables. De acuerdo con nuestros resultados no existe diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes entrenados por HIIT o MCT en FEVI ( $p > 0.05$ , u de Mann-Whitney), SGL ( $p > 0.05$ , u de Mann-Whitney), VO<sub>2</sub>/FC ( $p > 0.05$ , u de Mann-Whitney), VE/VCO<sub>2</sub> ( $p > 0.05$ , u de Mann-Whitney).

Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos en el análisis de los umbrales ventilatorios, nuestros resultados sugieren una mejoría estadísticamente significativa del VT1 ( $p < 0.05$ , t de student), VAT ( $p < 0.01$ , u de Mann-Whitney), VT2 ( $p < 0.01$ , u de Mann-Whitney) y VO<sub>2</sub>máx. Ver tabla 4

**Tabla 4: Comparación de resultados en MCT vs. HIIT**

VARIABLE	POST MCT (MEDIA)	POST HIIT (MEDIA)	INTERVALO DE CONFIANZA (95%)	VALOR P*
FEVI	38.84%	41.19%	- 8.704 – 4.015	0.465
SGL	-12.81%	-13.72%	- 1.522 – 3.336	0.459
VO2MÁX	5.85	7.61	- 2.85 – - 0.66	0.0021
VO2/FC	11.9	13.89	- 4.174 – 0.2345	0.0791
VE/VCO2	40.7	38.1	- 1.295 – 6.416	0.190
VT1	3.11	3.73	- 1.135 – - 0.09306	0.0215
VAT	4.32	5.85	- 2.426 – - 0.6262	0.0011
VT2	4.89	7.075	- 3.54 – - 0.822	0.0020
METS/Semana	453	568	- 182 – - 48.38	0.0010
KCAL/Semana	537	685	- 256 – - 39.7	0.0080

MCT: Entrenamiento Moderado continuo. HIIT: Entrenamiento por Intervalos de Alta Intensidad. FEVI: Fracción de expulsión del Ventrículo Izquierdo. SLG: Strain Longitudinal Global. VO2máx: Consumo de oxígeno máximo. VO2/FC: Pulso de Oxígeno. VE/VCO2: Pendiente de eficiencia ventilatoria. VT1: Umbral Ventilatorio Aeróbico. VAT: Fase de transición aeróbica-anaeróbica. VT2: Umbral Ventilatorio Anaeróbico \*Valor p estadísticamente significativo <0.05 por u de Mann Whitney

Asimismo, se realizó análisis de correlación de las ganancias diferenciales de acuerdo con el volumen de entrenamiento medido en METS/Semana con todas las variables recolectadas, demostrando correlación positiva con el Strain Longitudinal Global (p 0.0081, r 0.292, IC 0.078 – 0.479).

### XIII. Discusión

El propósito de este estudio fue evaluar el impacto del entrenamiento por HIIT vs. MCT en la función sistólica del VI medido por FEVI, SLG y en la medición del VO2/FC como subrogado del volumen latido medido por CPET.

La evidencia existente es contrastante, por un lado, existen estudios aleatorizados pequeños que reportan incremento de hasta 10% en la FEVI (17). Otros estudios han demostrado incremento en el VO2 pico, sin mejoría de la FEVI (18). Otros autores sugieren que no existe beneficio en el remodelado del VI y en la capacidad aeróbica (19).

De acuerdo con nuestros resultados al comparar el entrenamiento sin diferenciar entre grupos, existe diferencia estadísticamente significativa en todas las variables. Nuestros resultados coinciden con la bibliografía demostrando una mejoría significativa en todas

las variables enfatizando en la mejoría de la FEVI, SLG y VO<sub>2</sub>/FC, demostrando el verdadero impacto de la rehabilitación.

Al comparar entre HIIT y MCT, de acuerdo con nuestros resultados no existe diferencia estadísticamente significativa entre los pacientes entrenados por HIIT o MCT en las variables medidas por ECOTT, al igual que en el VO<sub>2</sub>/FC. Sin embargo, al comparar los resultados obtenidos en el análisis de los umbrales ventilatorios, nuestros resultados sugieren una mejoría estadísticamente significativa del VT<sub>1</sub>, VAT y VT<sub>2</sub>, así como con el VO<sub>2</sub>máx lo que corresponde a la mejoría de las reservas metabólicas logradas con el ejercicio, confirmando que existe una mejoría en la capacidad aeróbica en los pacientes entrenados por HIIT vs. MCT, contrastando con la evidencia actual.

De igual forma, al evaluar el volumen de entrenamiento medido tanto por Kcal/semana como por METS/Semana, existe significancia estadística en ambos grupos, sugiriendo que el grupo entrenado con HIIT recibió una mayor carga de entrenamiento semanal, y lo que pudiera explicar los resultados.

Debido a la limitación del tamaño de la muestra de pacientes sometidos a HIIT, consideramos esto como una de nuestras debilidades, sin embargo, con una tendencia estadística franca a presentar mejoría de todas las variables.

#### **XIV. Conclusiones:**

Dado lo anterior, y con base en nuestros resultados, a pesar de demostrar que existe beneficio clínico en los valores de FEVI, SLG y VO<sub>2</sub>/FC, así como evidenciar un desplazamiento en los umbrales ventilatorios (VT<sub>1</sub>, VAT y VT<sub>2</sub>) y en el consumo de oxígeno pico (VO<sub>2</sub>máx), no podemos concluir diferencia estadísticamente significativa dependiente de la modalidad de entrenamiento que favorezca el uso de HIIT sobre MCT. Lo anterior pudiera estar en relación con el tamaño de la muestra sometida a HIIT, por lo que el presente estudio cobra importancia al mostrar tendencia a la mejoría de las variables evaluadas. El evidenciar correlación positiva del volumen de entrenamiento sobre el SLG como una medida subclínica de la función sistólica del VI, sugiere que el incluir más pacientes sometidos a un entrenamiento con mayor volumen semanal, favorecería ganancias en los parámetros evaluados por ECOTT. Lo anterior pudiera solventarse incluyendo más pacientes sometidos a HIIT, incrementando las sesiones semanales de entrenamiento, o incrementando la duración del programa.

## **XV. Perspectivas**

Con el presente estudio se demuestra el impacto que tiene la rehabilitación cardiaca en la mejoría de los parámetros de la función del VI por FEVI y SLG, además de la mejoría del VO<sub>2</sub>/FC. A pesar del tamaño de la muestra sometida a HIIT, se muestra una tendencia estadística franca a presentar mejoría de todas las variables. Por ello, este estudio marca una pauta para continuar fomentando la rehabilitación cardíaca, y seguir sumando pacientes con FEVI <50% que se sometan a entrenamiento por intervalos de alta intensidad.

## **XVI. Referencias bibliográficas.**

1. Bozkurt B, Coats AJS, Tsutsui H, Abdelhamid M, Adamopoulos S, Albert N, et. al. Universal Definition and Classification of Heart Failure. *J Cardi Fail.* 2021; 27 (4) 387-413.
2. Bozkurt B, Fonarow G, Goldberg LR, Guglin M, Josephson RA, Forman DE, et. Al. Cardiac Rehabilitation for Patients With Heart Failure. *JACC.* 2021; 77 (11):1454-69
3. Lavie CJ, Arena R, Swift DL, Johannsen NM, Sui X, Lee DC, et al. Exercise and the Cardiovascular System. *Circ Res.* 2015; 117: 207-219
4. Sabbag A, Mazin I, Rott D, Hay I, Gang N, Tzur B, et al. The prognostic significance of improvement in exercise capacity in heart failure patients who participate in cardiac rehabilitation programme. *Our J Prev Cardiol.* 2018; 25 (4): 354-61.
5. Tanaka S, Sanuki Y, Ovum K, Harada T, Tasaki H. Heart failure with preserved vs reduced ejection fraction following cardiac rehabilitation: impact of endothelial function. *Heart Vessels.* 2018. 1-7.
6. Palau P, Dominguez E, Nuñez E, Ramón JM, Lopez L, Meler J, et al. El consumo máximo de oxígeno predice los ingresos recurrentes por insuficiencia cardiaca con fracción de eyección conservada. *Rea Eso Cardiol.* 2018; 71 (4): 250-56
7. Piepoli MF, Davos C, Francis DP, Coats AJS, et al. Exercise training meta-analysis of trials in patients with chronic heart failure (ExTraMATCH). *BMJ.* 2004. 1-7.
8. O' Connor CM, Whellan DJ, Keteyian SJ, Cooper LS, Ellis SJ, Leifer ES, et al. Efficacy and Safety of Exercise Training in patients With Chronic Heart Failure: HF-Action. *JAMA.* 2009; 301 (14); 1439-50
9. Taylor RS, Walker S, Smart NA, Piepoli MF, Warren FC, Ciani O, et al. Impact of

Exercise Rehabilitation on Exercise Capacity and Quality-of-Life in Heart Failure (ExTraMATCH II). *JACC*. 2019; 73 (12): 1430-1443

10. Reeves GR, Whellan DJ, Duncan P, O'Connor CM, Pastva AM, Eggebeen JD, et al. Rehabilitation Therapy in Older Acute Heart Failure Patients (REHAB-HF) trial: Design and rationale. *Am Heart J*. 2017; 185:130-9

11. Reeves GR, Whellan DJ, O'Connor CM, Duncan P, Eggebeen JD, Morgan TM, et al. A Novel Rehabilitation Intervention for Older Patients With Acute Decompensated Heart Failure. *JACC*. 2017; 5 (5): 359-66

12. Bianchini F, Antunes LM, Quinaria T, Silva LM, Toledo C, Citelli V, et al. Noninvasive imaging assessment of rehabilitation therapy in heart failure with preserved and reduced left ventricular ejection fraction (IMAGING-REHAB-HF): design and rationale. *There Adv Chronic Dis*. 2019; 10:1-15

13. Taylor RS, Long L, Mordi IR, Madesen MT, Davies EJ, Dalal H, et al. Exercise-Based Rehabilitation for Heart Failure. *JACC*. 2019; 7 (8): 691-705

14. Shshil AL, Chan J, Pellica PA. Echocardiographic Assessment of Left Ventricular Systolic Function: An Overview of Contemporary Techniques, Including Speckle-Tracking Echocardiography. *Mayo Clinic's Proc*. 2019; 94(1): 125-38

15. Sandesara PB, Albert CT, Gordon NF, Fletcher GF, Frnaklin BA, Wenger NK, et al. Cardiac Rehabilitation and Risk Reduction. *JACC*. 2015; 65 (4): 389-95

16. Chambers DJ, Wisely NA. Cardiopulmonary exercise testing - a beginner's guide to the nine-panel plot. *BJA Education*. 2019; 19(5): 158-64

17. Wisløff U, Støylen A, Loennechen JP, Bruvold M, Rognum Ø, Haram PM, Tjønnhaugen AE, Helgerud J, Slørdahl SA, Lee SJ, Videm V, Bye A, Smith GL, Najjar SM, Ellingsen Ø, Skjaerpe T. Superior cardiovascular effect of aerobic interval training versus moderate continuous training in heart failure patients: a randomized study. *Circulation*. 2007 Jun 19;115(24):3086-94.

18. Haykowsky MJ, Timmons MP, Kruger C, McNeely M, Taylor DA, Clark AM. Meta-analysis of aerobic interval training on exercise capacity and systolic function in patients with heart failure and reduced ejection fractions. *Am J Cardiol*. 2013 May 15;111(10):1466-9.

19. Ellingsen Ø, Halle M, Conraads V, Støylen A, Dalen H, Delagardelle C, Larsen AI, Hole T, Mezzani A, Van Craenenbroeck EM, Videm V, Beckers P, Christle JW, Winzer

E, Mangner N, Woitek F, Höllriegel R, Pressler A, Monk-Hansen T, Snoer M, Feiereisen P, Valborgland T, Kjekshus J, Hambrecht R, Gielen S, Karlsen T, Prescott E, Linke A; SMARTEx Heart Failure Study (Study of Myocardial Recovery After Exercise Training in Heart Failure) Group. High-Intensity Interval Training in Patients With Heart Failure With Reduced Ejection Fraction. *Circulation*. 2017 Feb 28;135(9):839-849.



**DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y NO PLAGIO**

**TESIS PARA TITULACION**

La vulneración de los derechos de autor es un delito contra la propiedad de intelectual catalogado como plagio, el cual puede tener graves consecuencias, como la anulación de la matrícula y la anulación del título. y, por consiguiente, puede ser sancionada

La adopción de ideas ajenas vertidas en un texto y presentarlas en uno propio se califica como plagio o robo de propiedad intelectual, el cual puede ser por copiar directamente, por hacer una traducción y no indicarla como tal o tomar una idea ajena sin indicar su bibliografía, lo cual va en contra del código de honor de la ciencia

Bajo protesta de decir verdad los firmantes al calce de este documento deberán lo siguiente:

- 1 Se realizó revisión de la bibliografía publicada en la literatura nacional e internacional, seleccionando la considerada apropiada para respaldar el conocimiento científico en el que se basa la tesis titulada Efecto del entrenamiento por intervalos de alta intensidad vs entrenamiento de intensidad moderada continua sobre la función sistólica del ventrículo y esta bibliografía fue citada apropiadamente en el texto recuerdo en pacientes con FEVI leve.
- 2 Los hallazgos de la investigación fueron contrastados con la información científica publicada, la cual fue debidamente citada en el texto.
- 3 Para la divulgación de la información científica, nos conduciremos en todo momento protegiendo los derechos de autor, en términos de los artículos 1, 18 y 19 y demás disposiciones aplicables a la ley federal de derechos de autor, así como de su reglamento

Nombre y firma autógrafa del tutor Jorge Antonio Lara Vargas

Nombre y firma autógrafa del Médico Residente tesisista Jose Antonio de la Parra Caceron

Nombre y firma autógrafa del Jefe de Servicio Enrique Gomez Alvarez

Fecha de entrega de tesis 21 Julio 2023

El llenado de este documento deberá ser realizado a mano por las personas que lo firman



SECRETARÍA DE SALUD  
CENTRO MÉDICO NACIONAL "20 DE NOVIEMBRE"  
DIRECCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN  
COORDINACIÓN DE ENSEÑANZA  
DIVISIÓN DE POSGRADO



2023  
Francisco  
VILLA